

Исследование статистических подходов к решению обратной некорректной задачи реконструкции изображений в ядерной медицине

Нестерова А.В.

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск

a.nesterova@g.nsu.ru

В настоящее время при обследовании пациентов методом однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для реконструкции изображений используются статистические методы. Статистические алгоритмы учитывают пуассоновское распределение регистрируемых данных, а также эффекты, связанные с прохождением гамма-излучения в биологических тканях и через коллиматор и сцинтилляционный детектор гамма-камеры.

В данной работе представлен сравнительный анализ двух статистических подходов к решению обратной некорректной задачи реконструкции ОФЭКТ-изображений: стандартного алгоритма Ordered Subsets Expectation Maximization (OSEM) [1] и алгоритма, основанного на байесовском подходе Maximum a Posteriori (MAP) с заданием априорной плотности вероятности с помощью функционала энтропии (MAP-Entropy) [2]. Для изучения свойств алгоритмов было проведено компьютерное моделирование, имитирующее обследования головного мозга пациентов методом ОФЭКТ. Компьютерные симуляции выполнялись с использованием цифрового фантома головного мозга человека (фантома Хоффмана) в роли "виртуального пациента". Сырые проекционные данные генерировались с использованием статистического метода Неймана, имитируя сбор данных вращающейся вокруг пациента гамма-камеры. Реконструкция осуществлялась параллельно алгоритмами OSEM и MAP-Entropy. Условия имитационного эксперимента были приближены к клинической практике ОФЭКТ. Количественная точность алгоритмов оценивалась путем сравнения реконструированных изображений с точным изображением фантома по среднеквадратичной ошибке и по статистическому критерию хи-квадрат.

Результаты исследований показали, что алгоритм OSEM ведет себя неустойчиво в итерационном процессе, «шумовая» компонента решения и краевые артефакты возрастают с ростом числа итераций. Алгоритм MAP-Ent позволяет контролировать «шум» и краевые артефакты с помощью выбора подходящего параметра регуляризации.

Работа выполнена при поддержке Математического Центра в Академгородке, соглашение с Министерством науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2022-281.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *L. A. Shepp and Y. Vardi. Maximum Likelihood Reconstruction for Emission Tomography // IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 1, no. 2, pp. 113-122, Oct. 1982, doi: 10.1109/TMI.1982.4307558.*
2. *Skilling J., Bryan R. K. Maximum entropy image reconstruction-general algorithm // Monthly notices of the royal astronomical society. – 1984. – Т. 211. – С. 111.*